(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(11) **DE 3908478 A1**

(51) Int. Cl. 4:
F16D 13/52
H 02 K 7/10
// B60K 17/346,
23/04,17/20,
F16H 1/445

(21) Aktenzeichen: P 39 08 478.7
(22) Anmeldetag: 15. 3. 89
(43) Offenlegungstag: 5. 10. 89

DE 3908478 A1

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)
18.03.88 JP P 63-63673

(71) Anmelder:
Tochigifujisangyo K.K., Tochigi, JP

(74) Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob, P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.; Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A., Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K., Dipl.-Ing.Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

(72) Erfinder:
Teraoka, Masao, Tochigi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Mehrscheibenkupplung

Eine Mehrscheibenkupplung weist folgendes auf: ein zylindrisches Kupplungsgehäuse, das fest koaxial mit der ersten Welle verbunden ist, ein Kupplungsnabenteil, das fest koaxial mit einer zweiten Welle verbunden ist, erste Reibungsplatten, die in Eingriff mit dem zylindrischen Gehäuse sind, zweite Reibungsplatten, die in Eingriff mit dem Nabenteil sind, wobei zwischen jeweils zwei ersten Reibungsplatten eine zweite Reibungsplatte angeordnet ist, einen zylindrischen Kupplungsmotor, der koaxial zu der ersten und/oder der zweiten Welle angeordnet ist, und eine Kugelspindel, die zwischen dem zylindrischen Kupplungsmotor und der ersten und/oder der zweiten Welle angeordnet ist, um die Drehbewegung des zylindrischen Kupplungsmotors in eine Axialbewegung desselben zu wandeln, und die beiden ersten und zweiten Reibungsplatten miteinander in Eingriff zu bringen, wenn der zylindrische Kupplungsmotor arbeitet. Da der Kupplungsmotor koaxial zu den beiden Wellen angeordnet ist, ist es möglich, daß man eine große Kupplungseingriffskraft trotz eines klein bemessenen Motors erhält.

DE 3908478 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Mehrscheibenkupplung, und insbesondere befaßt sie sich mit einer vereinfachten Mehrscheibenkupplung, die stabile Reibungsbetriebscharakteristika hat, die zur Anwendung bei einem Differentialgetriebe einer Planetenbauart geeignet sind.

Es gibt natürlich verschiedene Mehrscheibenkupplungen, deren Kupplungseingriffskraft gesteuert werden kann. Diese Mehrscheibenkupplungen können in drei Arten eingereiht werden, elektromagnetische, hydraulische und motorbetriebene Kupplungen. Bei elektromagnetischen Kupplungen werden mehrere Scheiben in Abhängigkeit von der Anzugskraft, die von einem Elektromagneten erzeugt wird, in Eingriff miteinander oder außer Eingriff voneinander gebracht. Um die Kupplungseingriffskraft zu erhöhen oder die Kupplungsleistung oder die Ansprechgeschwindigkeit bei einer elektromagnetischen Kupplung zu verbessern, ist es wesentlich, Reibungsplatten zu verwenden, durch die der magnetische Fluß effizient gehen kann. In der Praxis werden daher die Reibungsplatten aus Eisenreibungsplatten oder einen Überzug hergestellt. Bei der elektromagnetischen Kupplung jedoch ergibt sich eine Schwierigkeit, die darin zu sehen ist, daß der Reibungskoeffizient zwischen den Reibungsplatten über einen großen Reibungsgeschwindigkeitsbereich hinweg nicht gleichmäßig ist. Genauer gesagt, fällt der Reibungskoeffizient (μ) der üblichen Eisenreibungsplatten steil ab, wenn die relative Reibungsgeschwindigkeit (v) zwischen den beiden Reibungsplatten niedrig ist, und sie steigt allmählich mit zunehmender relativer Reibungsgeschwindigkeit an, wie dies mit einer durchgezogenen Kurve in **Fig. 1** gezeigt ist. Dieser ungleichmäßige Reibungskoeffizient versucht häufig, abnormale Geräusche oder Vibrationen zu erzeugen. In anderen Worten ausgedrückt, ist es zweckmäßig, daß der Reibungskoeffizient (μ) allmählich mit zunehmender relativer Reibungsgeschwindigkeit (v) zunimmt, wie dies mit gebrochener Linie in **Fig. 1** gezeigt ist. In diesem Zusammenhang erhält man die vorstehend angegebenen bevorzugten Eigenschaften (gebrochene Linie in **Fig. 1**) dann, wenn man Eisenwiderstandsplatten verwendet, die mit einem Überzug aus Papier und einer Legierung auf Kupferbasis versehen sind. Jedoch sind diese Eisenwiderstandsplatten nicht zur Verwendung bei der elektromagnetischen Kupplung geeignet, da der magnetische Fluß nicht effektiv durchgeht.

Da ferner bei hydraulischen Kupplungen eine Vielzahl von Teilen, wie eine Druckmitteldruckerzeugungseinrichtung (z.B. Ölpumpe), Leitungen, Betätigungseinrichtungen, usw. erforderlich sind, ergibt sich eine weitere Schwierigkeit, die darin zu sehen ist, daß die Anzahl der Bauelemente zunimmt, und daher die Größe und die Kosten der Kupplung zunehmen.

In der US-PS 34 00 610 ist eine motorbetriebene Kupplung bzw. Motorkupplung angegeben. Wenn jedoch die Mehrscheibenkupplung in verbindung mit einem Differentialgetriebe verwendet wird, so daß sie als eine Differentialbetriebsbegrenzungseinrichtung (Differentialsperre) wirkt, wird der Motor hinsichtlich seinen Abmessungen unvermeidbar größer, da eine große Kraft erforderlich ist, um die Reibungsplatten miteinander in Eingriff zu bringen und den Differentialbetrieb in steuerbarer Weise zu stoppen oder zu begrenzen. Daher tritt hier eine weitere Schwierigkeit auf, die darin zu sehen ist, daß es schwierig ist, in geeigneter Weise einen groß ausgelegten Motor in einer Mehrscheibenkupplung derart unterzubringen, daß die Reibungsplatten miteinander in Eingriff gebracht werden können oder voneinander abgerückt werden können.

Unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Schwierigkeiten zielt die Erfindung daher darauf ab, eine Mehrscheibenkupplung bereitzustellen, die ausgezeichnete Reibungs(Betriebs-)charakteristika, eine kleine Anzahl von Bauelementen und geringe Abmessungen hat, sowie kostengünstig herzustellen ist.

Nach der Erfindung zeichnet sich eine Mehrscheibenkupplung zum Verbinden und Trennen einer ersten Welle mit und von einer zweiten Welle, die koaxial zueinander angeordnet sind, durch folgendes aus: (a) ein zylindrisches Kupplungsgehäuse **69**, das fest koaxial mit der ersten Welle verbunden ist; (b) ein Kupplungsnabenteil **71**, das fest koaxial mit der zweiten Welle verbunden ist; (c) eine Mehrzahl von ersten Reibungsplatten **73**, die in Eingriff mit der Innenumfangsfläche des zylindrischen Kupplungsgehäuses sind; (d) eine Mehrzahl von zweiten Reibungsplatten **75**, die in Eingriff mit einer äußeren Umfangsfläche des Nabenelements derart sind, daß die jeweiligen zweiten Reibungsplatten axial zwischen zwei der ersten Reibungsplatten angeordnet sind; (e) ein zylindrischer Kupplungsmotor **65**, der koaxial zu der ersten und der zweiten Welle angeordnet ist, um eine Kupplungseingriffskraft nach Maßgabe der Stärke des Motorstroms zu erzeugen, und (f) eine Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung **67**, die koaxial zu der ersten und der zweiten Welle angeordnet ist und die Drehbewegung des zylindrischen Motors in einer Axialbewegung desselben umwandelt, um die ersten Reibungsplatten mit den zweiten Reibungsplatten in Eingriff zu bringen oder die Gegenbewegung auszuführen, wenn der zylindrische Kupplungsmotor betätigt wird, wobei die Kupplungseingriffskraft durch den Strom gesteuert wird, der durch den Kupplungsmotor geht.

Der zylindrische Motor weist folgendes auf: (a) ein zylindrisches Statorjoch **83***A*, (*b*) wenigstens einen radial magnetisierten Permanentstatormagneten **81**, der fest mit dem Statorjoch verbunden ist, (c) einen Rotor, der wenigstens einen radial verlaufenden Rotorarm **91***A* aufweist, (d) und wenigstens eine Rotorspule **91***B*, die um den Rotorarm gewickelt ist. Ferner ist es auch möglich, wenigstens eine Statorspule und eine Rotormagnetspule zu verwenden. Wenn der Strom durch die Motorspule geht, dreht sich der Rotor in einer vorbestimmten Richtung auf der Basis der magnetischen Abstoßungs- und Anziehungskräfte, die zwischen dem Statormagneten und der Rotorspule oder der Statorspule und des Rotormagneten erzeugt werden.

Ferner wird die Drehbewegungsumwandlungseinrichtung von einer Kugelspindel gebildet, die zwischen dem zylindrischen Kupplungsmotor und der ersten oder zweiten Welle vorgesehen ist.

Bei der Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung wird ermöglicht, die Kupplungseingriffskraft nach Maßgabe des Stroms zu steuern, der durch den zylindrischen Kupplungsmotor geht. Die Drehkraft des Motors wird in eine axiale Kraft über die Kugelspindel umgewandelt, um die Reibungsplatten in Eingriff zu bringen. Wenn die Kupplung einmal in Eingriff ist, wird eine Leistung zwischen den beiden Wellen nach Maßgabe der Kupplungseingriffskraft übertragen, die nach Maßgabe des Motorstromes veränderbar ist.

Da ferner bei der Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung ein zylindrischer Motor koaxial zu der ersten und zweiten (Eingangs/Ausgangs)-Welle angeordnet ist, kann ein großer Kupplungsmotor vorgesehen werden,

ohne den Kupplungsraum zu vergrößern.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispieles der Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung. Darin zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm zur Verdeutlichung des Zusammenhangs zwischen dem Reibungskoeffizienten und der relativen Reibungsgeschwindigkeit zwischen zwei Reibungsplatten zur Erläuterung der Reibungs-(Betriebs-)Charakteristika der Mehrscheibenplatten,

Fig. 2 eine schematische Ansicht zur Verdeutlichung einer Kraftübertragungseinrichtung einer Brennkraftmaschine bei einem Kraftfahrzeug, das ein Verteilergetriebe hat, welches die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung beispielsweise enthält,

Fig. 3 eine Schnittansicht eines Verteilergetriebes, das mit Differentialzahnrädern versehen ist, wobei die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung beispielsweise für dieses Differential bestimmt ist,

Fig. 4 eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung einer ersten bevorzugten Ausführungsform des zylindrischen Kupplungsmotors nach der Erfindung,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung einer Hohlwelle, die mit zwei Schleifringen versehen ist, die in Kontakt mit jeweils zweitesten Leitungen sind,

Fig. 6 eine Teilschnittansicht zur Erläuterung einer versetzten positionsmäßigen Zuordnung zwischen einem Magnetstator und einer Rotorspule,

Fig. 7 eine Draufsicht zur Verdeutlichung einer Federplatte, welche den Motorrotor in einer Löseposition hält, und

Fig. 8 eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des zylindrischen Kupplungsmotors nach der Erfindung.

Die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung wird nachstehend detailliert im Zusammenhang mit einer Übertragungseinrichtung, wie eines Differentials der Planetengetriebebauart erläutert, das an einem vierradgetriebenen Fahrzeug (4WD-Fahrzeug) beispielsweise vorgesehen ist. Die Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung ist in einem Verteilergetriebegehäuse eines 4WD-Fahrzeuges als eine zentrale Differentialantriebsleistungsbegrenzungseinrichtung (Differentialsperre) angeordnet. Unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 wird eine von einer Brennkraftmaschine 1 erzeugte Leistung mittels Gangschaltung über ein Getriebe 3 und dann zu einer Verteilereinrichtung 7 über eine Getriebeabtriebswelle 5 übertragen. Eine zu dem Verteilergetriebe 7 übertragene Brennkraftmaschinenleistung wird ferner auf ein vorderradseitiges Differentialgetriebe 13 über eine Verteilergetriebeabtriebswelle 9 übertragen, um die beiden Vorderräder 17 und 19 anzutreiben und zugleich wird diese auf ein hinterradseitiges Differentialgetriebe 15 über eine Gelenkwelle 11 übertragen, um die beiden Hinterräder 21 und 23 anzutreiben.

Fig. 3 zeigt ein Verteilergetriebe 7, das zwischen einem Getriebe 3 und den beiden vorderen und hinteren Differentialgetrieben 13 und 15 als Zwischenverbindung vorgesehen ist. Eine Mehrscheibenkupplung 63 nach der Erfindung ist hierbei vorgesehen. Das Verteilergetriebe 7 weist grob gesprochen ein Verteilergetriebegehäuse 29, eine Eingangswelle 25, die mit der Getriebeabtriebswelle 5 verbunden ist, eine Ausgangswelle 31, die mit der Gelenkwelle 11 verbunden ist, eine Riemenscheibe 43, die mit der Verteilergetriebeabtriebswelle 9 verbunden ist, ein Differentialgetriebe 59, eine Mehrscheibenkupplung 63, die Reibungsplatten 73 und 75 enthält, einen zylindrischen Kupplungsmotor 65 und eine Kugelspindel (Drehbewegungsumwandlungseinrichtung) 67 auf.

Genauer gesagt, ist unter Bezugnahme auf **Fig.** 3 die Eingangswelle 25 durch das Verteilergetriebegehäuse 29 mit Hilfe eines Lagers 27 drehbeweglich gelagert, um eine von dem Getriebe 3 über die Getriebeabtriebswelle 5 kommende Brennkraftmaschinenleistung aufzunehmen. Dieses Verteilergetriebegehäuse 29 weist drei gesonderte Teile auf, die miteinander über zwei Verbindungsflächen 28 und 30 verbunden sind. Die Abtriebswelle 31 ist ebenfalls mit Hilfe des Verteilergetriebegehäuses 29 und einem Lager 33 drehbeweglich und koaxial zu der Eingangswelle 25 gelagert, um eine Brennkraftmaschinenleistung auf das Hinterraddifferentialgetriebe 15 über die Gelenkwelle 11 zu übertragen. Ein inneres Ende dieser Abtriebswelle 31 ist trompetenförmig ausgebildet. Die Eingangswelle 25 und die Abtriebswelle 31 sind drehbeweglich miteinander über ein Nadellager 35 verbunden, das in dem zuinnerst liegenden Teil des trompetenförmigen Endes der Abtriebswelle 31 eingesetzt ist.

Andererseits ist eine erste hohle Riemenscheibe 37 durch die Eingangswelle 25 über ein Nadellager 39 und durch das Verteilergetriebegehäuse 39 über ein Lager 41 drehbeweglich derart gelagert, daß sie bezüglich der Eingangswelle 25 koaxial angeordnet ist. Zusätzlich ist eine zweite Riemenscheibe 43 durch das Verteilergetriebegehäuse 29 über zwei Lager 45 und 47 auf der quer in der Seite des Verteilergetriebegehäuses 29 derart drehbeweglich gelagert, daß sie parallel zu der Riemenscheibe 37 angeordnet ist. Die Umfangsfläche der Riemenscheibe 37 oder 43 ist mit einer Mehrzahl von Stegteilen versehen, die in axialer Richtung der Riemenscheibe in regelmäßigen Winkelabständen verlaufen. Ein Steuerriemen 49 läuft um die beiden Riemenscheiben 37 und 43. Eine weitere Abtriebswelle (nicht gezeigt) ist mittels eines Keils in Eingriff mit der Riemenscheibe 43, um eine Brennkraftmaschinenleistung auf das vorderradseitige Differentialgetriebe 13 über die Abtriebswelle 9 zu übertragen.

Das zentrale Differentialgetriebe 59 weist eine Trägerplatte 53 auf, die mittels eines Keileingriffes mit dem inneren (hinteren) Ende der Eingangswelle 25 zusammenarbeitet. Ferner weisen die Planetenräder 51, die an der Trägerplatte 53 drehbar gelagert sind, ein Sonnenrad 55, das einteilig mit der Riemenscheibe 37 an der inneren (hinteren) Umfangsfläche ausgebildet ist und in Eingriff mit dem Planetenrad 51 ist, und ein inneres Umfangsrad 57 auf, das an dem inneren (vorderen), trompetenförmigen Ende der Abtriebswelle 31 in Kämmeingriff mit den Planetenrädern 51 ist. Somit wird eine Brennkraftmaschinenleistung von der Eingangswelle 25 auf die Vorderräder 17 und 19 über den Träger 53, die Planetenräder 51, das Sonnenrad 55, die Riemenscheibe 37, den Steuerriemen 49, die Riemenscheibe 43 und der Verteilergetriebsabtriebswelle 9 übertragen. Ferner wird eine Brennkraftmaschinenleistung von der Eingangswelle 25 auf die Hinterräder 21 und 23 über den Träger 53, die Planetenräder 51, das innere Umfangsrad 57, die Abtriebswelle 31 und die Gelenkwelle 11 übertragen. Die Differenz der Drehgeschwindigkeit zwischen den Vorderrädern 17 und 19 (Eingangswelle 25) und den Hinterrädern 21 und 23 (Abtriebswelle 31) wird durch die Drehung der Planetenräder 51 ausgeglichen.

In dem Verteilergetriebegehäuse 29 ist eine Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung derart angeord-

net, daß sie als eine Differentialbetriebsbegrenzungseinrichtung (d.h. als eine Einstelleinrichtung) für das Differentialgetriebe **59** (bzw. Differentialsperre) wirkt. Die Mehrscheibenkupplung **63** weist zwei Sätze von Reibungsplatte **73** und **75**, einen zylindrischen Kupplungsmotor **65** und eine Drehbewegungsumwandlungseinrichtung (z.B. eine Kugelspindel) **67** auf, welche die Motordrehbewegung in eine axiale Motorbewegung umwandelt.

Eine Mehrzahl von ersten Reibungsplatten **73** ist mittels Keilen mit der inneren Umfangsfläche eines Kupplungsgehäuses **69** verbunden, und eine Mehrzahl von zweiten Reibungsplatten **25** ist mittels einer Keilverbindung mit der äußeren Umfangsfläche eines Kupplungsnabenteils **71** verbunden.

Jede der ersten und zweiten Reibungsplatten **73** und **75** sind alternierend derart angeordnet, daß zwischen jeweils zwei Reibungsplatten des einen Satzes eine Reibungsplatte des anderen Satzes angeordnet ist. Somit liegt jede der ersten Reibungsplatten zwischen zwei zweiten Reibungsplatten, die in axialer Richtung angeordnet sind. Ferner sind diese Reibungsplatten **73** und **75** zwischen einer ersten Antriebsplatte **77**, die fest mit dem Nabenteil **71** verbunden ist (die fest mit der Abtriebswelle **31** verbunden ist, die mit den Hinterrädern in Verbindung steht), und einer zweiten Antriebsplatte **79** angeordnet, die fest mit dem Kupplungsgehäuse **69** verbunden ist (das fest mit der ersten Riemenscheibe **37** verbunden ist, die mit den Vorderrädern in Verbindung steht). Ferner ist die axiale Position des Kupplungsgehäuses **69** durch einen Anschlagring **70** bestimmt, der mit dem Sonnenrad **55** zusammenarbeitet, das einstükkig mit der ersten Riemenscheibe **37** ausgebildet ist, und das Nabenteil **71** ist fest mit dem äußeren Umfang des trompetenförmigen Abschnitts der Abtriebswelle **31** verbunden. Die vorstehend genannten Reibungsplatten **73** und **75** sind Eisenplatten, die auf beiden Flächen jeder Platte mit einem Papierüberzug versehen sind.

Unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **4** weist der zylindrische Kupplungsmotor **65** ein doppeltes, zylindrisches Statorjoch **63** auf, das einen äußeren zylindrischen Abschnitt **83*A*** und einen inneren zylindrischen Abschnitt **83*B*** hat. Ferner sind vier Statormagnete (beispielsweise aus Ferrit hergestellt) **81** vorgesehen, die fest auf der inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts **83*A*** in regelmäßigen Winkelabständen angeordnet sind. Ein Motor **91** ist vorgesehen, der vier radial verlaufende Arme **91*A*** hat, um die jeweils eine Spile **91*B*** gewickelt ist. Eine Hohlwelle **93** ist mittels Preßsitz in einer Mittelöffnung des Rotors **91** angeordnet. Eine Mehrzahl von Stahlkugeln **95** ist zwischen zwei spiralförmigen Ausnehmungen angeordnet, die in der inneren Umfangsfläche der Hohlwelle **93** und in einer äußeren Umfangsfläche des inneren zylindrischen Abschnitts **83*B*** des Statorjochs **83** ausgebildet sind.

Das Statorjoch **83*A***, **83*B*** ist fest mit dem Verteilergetriebegehäuse **29** mit Hilfe von Schrauben **85** verbunden. Die Abtriebswelle **31** jedoch ist durch die innere Umfangsfläche des inneren zylindrischen Abschnittes **83*B*** über ein Nadellager **89** drehbeweglich gelagert.

Die Hohlwelle **93** wird in Kupplungsausrückrichtung (in **Fig. 3** in Richtung nach rechts) durch ein quer angeordnetes Federglied **94** gedrückt, das in **Fig. 7** gezeigt ist. Der Rotor **91** und der Statormagnet **81** haben in diesem Zustand die relativen Positionen zueinander, die in **Fig. 4** gezeigt sind.

Ferner sind zwei bogenförmige Schleifringe **94*A*** und **94*B*** fest mit der äußeren Umfangsfläche der Hohlwelle **93** verbunden, und zwei Bürstenleitungen **94*a*** und **94*b*** sind derart angeordnet, daß sie in Kontakt mit den beiden Schleifringen **94*A*** und **94*B*** jeweils gebracht werden können. Somit wird mit Hilfe der ersten Bürstenleitung **94*A*** Strom durch die vier Spulen **91*B***, den ersten Schleifring **94*A***, die vier Spulen **91*B*** und den zweiten Schleifring **94*B*** und zu den zweiten Bürstenleitungen **94*b*** geleitet, um den Kupplungsmotor **65** zu betreiben.

Wenn der Strom auf die vorstehend beschriebene Weise durchgeht, wird der Rotor **91*A*** in radialer Richtung mit einer Polarität magnetisiert, die in **Fig. 4** gezeigt ist. Somit wird der Rotor **91** von dem Statormagneten **81** abgestoßen. In diesem Fall läßt sich die Drehrichtung des Rotors durch die Richtung der spiralförmigen Ausnehmung bestimmen, längs der die Stahlkugeln **95** angeordnet sind. Beispielsweise ist in **Fig. 4** als Drehrichtung die Gegenuhrzeigerrichtung angegeben. Wenn in diesem Fall der Rotor **91** sich in Uhrzeigerrichtung dreht, wird das am äußersten rechtsliegende Ende der Hohlwelle **93** in Kontakt mit der inneren Fläche des Statorjochs **83** gebracht. Bevorzugt ist es jedoch, den Rotor **91** um einen Abstand *D* von dem Statormagneten *S* **1** zu versetzen, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist, wenn kein Strom durch die Spulen **91*B*** geht, um die Drehrichtung des Rotors **91** zu bestimmen.

Ferner ist es ebenfalls bevorzugt, zu Beginn die Rotorspule **91*B*** von dem Statormagneten **81** durch einen großen Abstand in der Kupplungsausrückstellung zu versetzen, so daß die Rotorspule **91*B*** durch den Statormagneten **81** in Richtung der Kupplungseingriffsstellung angezogen wird, wenn der Motor aktiviert wird.

Fig. 8 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des zylindrischen Kupplungsmotors **65**. Bei dieser Ausführungsform sind vier Permanentmagnete **181** fest mit der äußeren Umfangsfläche der Hohlwelle **93** verbunden, und vier Spulen **191*B*** sind fest mit der inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts **83*A*** des Statorjochs **83** verbunden. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform ist jeweils eine Spule **191*B*** um den jeweiligen Armteil **191*A*** gewickelt, und anschließend ist der Armabschnitt **191*A***, der mit der Spule **191*B*** versehen ist, fest mit der inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnittes **83*A*** mit Hilfe von Schrauben (nicht gezeigt) verbunden. Ferner sind bei dieser Ausführungsform kein Schleifring und keine Bürste oder keine Bürstenleitungen erforderlich, da die Spulen **191*B*** fest mit dem Statorjoch **83** verbunden sind. Bei dieser zweiten bevorzugten Ausführungsform können beiden Abstoßungs- und Anziehungsmethoden auf gleiche Weise wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform nach **Fig. 4** verwendet werden.

Ferner kann bei den beiden vorstehend genannten ersten und zweiten bevorzugten Ausführungsformen die Drehkraft des Kupplungsmotors, d.h. die Eingriffskraft der Kupplung nach Maßgabe der Stärke des Motorstroms gesteuert werden, der beispielsweise von einer zentralen Verarbeitungseinheit (CPU) zugeführt wird, die nicht gezeigt ist.

Die Stahlkugeln **95**, die zwischen dem Statorjoch **83*B*** und der Hohlwelle **93** angeordnet sind, dienen als eine Kupplungsmotordrehbewegungs-Umwandlungseinrichtung.

Genauer gesagt, ist die hohle Rotorwelle **93** mittels eines festen Durchgangs durch die Mittelöffnung des Motorrotors **91** durchgeführt, und sie ist drehbeweglich mit Hilfe des inneren zylindrischen Abschnitts **83*B*** des zylindrischen Jochs **83** über eine Anzahl von Stahlkugeln **95** gelagert, die längs zwei gegenüberliegenden spi-

ralförmigen Nuten angeordnet sind, die auf der Innenumfangsfläche der hohlen Rotorwelle 93 und der äußeren Umfangsfläche des inneren zylindrischen Abschnittes 83*B* des Statorjochs 83 ausgebildet sind. Obgleich nicht gezeigt ist, sind zwei Kugelanschlagringe auf beiden Enden der spiralförmigen Ausnehmungen vorgesehen, um zu verhindern, daß die Stahlkugeln 95 austreten können. Ferner ist ein Andrückring 97 fest mit dem inneren (vorderen) Ende der hohlen Rotorwelle 93 verbunden, so daß dieser über ein Nadellager 99 in Kontakt mit der Andrückplatte 79 bringbar ist.

Der Kupplungsmotor 85 wird von Hand über eine Steuereinrichtung (nicht gezeigt) durch den Fahrer nach Maßgabe der Fahr- oder Straßenbedingungen oder automatisch in Abhängigkeit von Signalen eingeschaltet, die von Schlupfsensoren (nicht gezeigt) geliefert werden, die jeweils für die vier Räder 17, 19, 21 und 23 vorgesehen sind.

Nachstehend wird die Arbeitsweise der vorstehend erläuterten Mehrscheibenkupplung 63 näher erläutert.

Wenn der Kupplungsmotor 85 durch einen Strom eingeschaltet wird, dreht sich der Rotor 91 relativ zu dem Stator 81 in Vorwärtsrichtung, und daher bewegt er sich in Richtung nach links (in Richtung der Fahrzeugvorderseite) in Fig. 3 auf Grund der Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung (die Kugelspindel) 67. Als Folge hiervon bewegt sich der Andrückring 97 in Richtung nach links unter Ausführung einer Drehbewegung, so daß die Kupplung 63 angezogen über das Nadellager 99 eingerückt ist. Wenn die Kupplung 63 unter Andrücken eingerückt ist, wird auf Grund der Verbindung der Abtriebswelle 31 und der Riemenscheibe 37 miteinander eine an der Eingangswelle 25 anliegende Brennkraftmaschinenleistung gleichzeitig auf das vordere Differentialgetriebe 13 über die Riemenscheibe 37 und auf das hintere Differentialgetriebe 15 über die Abtriebswelle 31 unter den Bedingungen übertragen, daß der Differentialbetrieb des Differentialgetriebes 59 gestoppt oder begrenzt bzw. gesperrt ist. Da in diesem Fall das Drehmoment des Motors 65 grob gesehen proportional zum Motorantriebsstrom ist, ist es möglich, daß die Eingriffskraft der Kupplung 63, d.h. der Differentialgrad des Differentialgetriebes 59, einstellbar ist.

Wenn andererseits der Motor 65 in Umkehrrichtung läuft, wird auf Grund der Bewegung des Rotors 91 in Fig. 3 in Richtung nach rechts (in Richtung der Fahrzeugrückseite) die Kupplung 63 ausgerückt oder ihre zusammenarbeitenden Teile werden voneinander getrennt. Wie zuvor angegeben ist, kann die Mehrscheibenkupplung 63 den Differentialbetrieb des Differentialgetriebes 59 des Verteilergetriebes 79 steuern.

Unter Bezugnahme auf das Fahrzeugfahrverhalten wird nachstehend die zuvor angegebene Funktion näher erläutert.

Wenn das Fahrzeug auf einer gepflasterten Straße fährt und die Kupplung 63 manuell oder automatisch (in Abhängigkeit von Radschlupfsensoren) ausgerückt ist, arbeitet das Differentialgetriebe 59 als ein übliches zentrales Differentialgetriebe, so daß eine Brennkraftmaschinenleistung stabil auf die Vorderräder 17 und 19 und die Hinterräder 21 und 23 entsprechend den Straßenoberflächenbedingungen übertragen wird. Wenn ferner das Fahrzeug um eine Kurve fährt, wird eine Brennkraftmaschinenleistung auf die vier Räder übertragen, so daß eine optimale Reifenhaftung im Ausgleich erzielt werden kann, und man daher eine Lenkstabilität in verbesserter Form hat. Wenn zusätzlich das Fahrzeug eine scharfe Kurve mit einer niedrigen Geschwindigkeit durchfährt, wenn das Fahrzeug beispielsweise in eine Garage eingeparkt wird, dann auf Grund der in der Gelenkwelle 11 erzeugten Torsionskraft, die durch das zentrale Differentialgetriebe 59 aufgehoben wird, ermöglicht werden, daß sie sogenannte Erscheinung des Bremens bei scharfen Kurven verhindert wird.

Wenn andererseits das Fahrzeug auf einer schlüpfrigen Straße fährt und somit eines der Hinterräder 21 und 23 durchrutscht und hängenbleibt (das Rad bleibt auf dem Untergrund haften), wird das Differentialgetriebe 59 gesperrt, da die Kupplung 63 manuell oder automatisch eingerückt wird. Da unter diesen Bedingungen die Brennkraftmaschinenleistung auf die nicht durchrutschenden Räder gleichmäßig übertragen werden kann, ist es möglich, daß das Fahrzeug im festsitzenden Zustand auf einer schlammigen Straße herausgezogen werden kann.

Da bei der Mehrscheibenkupplung nach der Erfindung der magnetische Fluß durch die Reibungsplatten 73 und 75 wie bei dem Fall der elektromagnetischen Kupplung geht, ist es möglich, daß man die jeweiligen Reibungsplatten derart ohne Behinderungen frei auslegen kann, daß sie ausgezeichnete Friktionseigenschaften haben, wobei man auch einen Überzug vorsehen kann. Die Kupplung nach der Erfindung hat daher mehrere nachstehend angegebene Vorteile: (1) Da die mit einem Überzug versehenen Reibungsplatten verwendet werden können, ist es möglich, die Kupplung 63 für die maximale Eingriffskraft (im Hinblick auf die Leistung) unter Verwendung von Reibungsplatten mit großem Reibungskoeffizienten auszulegen; (2) da die Reibungsplatten, die mit einem Überzug versehen sind, verwendet werden können, ist es möglich, daß verhindert werden kann, daß sich die Kupplungseingriffskraft verändern kann, was bedeutet, daß die Kupplungseingriffskraft bei zunehmender Kupplungstemperatur abnimmt; (3) da man einen gleichförmigen Reibungskoeffizienten (μ) erhält, wie dies mit gebrochenen Linien in Fig. 1 gezeigt ist, ist es möglich, daß man abnormale Geräusch- und Schwingungserzeugungen verhindern kann; (3) da keine Hystereseerscheinungen wie bei einer elektromagnetischen Kupplung auftreten, erhält man eine schnelle Ansprechgeschwindigkeit, und das Motordrehmoment, das man erhält, wenn kein Strom durchgeht, ist klein; (4) die Anzahl der Elemente ist gering im Vergleich zu der hydraulischen Kupplung, und es sind keine Leitungsverlegungsarbeiten erforderlich; (5) da der ringförmige Motor koaxial zu der Eingangs- und Abtriebswelle angeordnet ist, wird ermöglicht, daß ein starker Motor in dem Verteilergetriebegehäuse angeordnet werden kann, ohne die Abmessungen des Verteilergetriebes zu vergrößern.

Ohne eine Beschränkung auf die Kugelspinden 67 ist es ferner möglich, eine Nockeneinrichtung zu verwenden, die mittels einer Rückholfeder betätigt wird, wobei eine solche Einrichtung als Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung verwendet werden kann, da der Winkelhub des Rotors 91 zum Einrücken der Kupplung 63 60° C ist oder kleiner.

Ferner kann ohne eine Beschränkung auf die vorstehend beschriebenen Differentialgetriebe der Planetengetriebebauart die Mehrscheibenkupplung 63 nach der Erfindung auch bei Differentialgetrieben anderer Bauarten Anwendung finden, beispielsweise im Zusammenhang mit vorderradseitigen und hinterradseitigen Differentialgetrieben, die eine Umschaltung von einem Zweiradantrieb auf einen Vierradantrieb ermöglichen. Ferner kann die Kupplung nach der Erfindung auf vielen

technischen Gebieten anstelle von elektromagnetischen Kupplungen oder hydraulischen Kupplungen eingesetzt werden, ohne daß hiermit eine Beschränkung auf das Gebiet des Kraftfahrzeugbaus beabsichtigt ist.

Patentansprüche

1. Mehrscheibenkupplung zum Ineingriffbringen und Lösen einer ersten Welle mit und von einer zweiten Welle, die koaxial zueinander angeordnet sind, **gekennzeichnet durch**:

(a) ein zylindrisches Kupplungsgehäuse (69), das fest koaxial mit der ersten Welle verbunden ist,

(b) ein Kupplungsnabenteil (71), das fest koaxial mit der zweiten Welle verbunden ist,

(c) eine Mehrzahl von ersten Reibungsplatten (73), die in Eingriff mit einer inneren Umfangsfläche des zylindrischen Kupplungsgehäuses sind,

(d) eine Mehrzahl von zweiten Reibungsplatten (75), die in Eingriff mit einer äußeren Umfangsfläche des Nabenteils derart sind, daß jede zweite Reibungsplatte axial zwischen zwei benachbarten ersten Reibungsplatten angeordnet ist,

(e) einen zylindrischen Kupplungsmotor (65), der koaxial zu der ersten und/oder zweiten Welle angeordnet ist, um eine Kupplungseingriffskraft nach Maßgabe der Stärke des Motorstroms zu erzeugen, und

(f) eine Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung (67), die koaxial zu der ersten und/oder der zweiten Welle angeordnet ist, um die Drehbewegung des zylindrischen Kupplungsmotors in eine Axialbewegung desselben umzuwandeln und die ersten Reibungsplatten mit den zweiten Reibungsplatten in Eingriff zu bringen oder umgekehrt, wenn der zylindrischen Kupplungsmotor in Betrieb ist, wobei die Kupplungseingriffskraft durch den durch den Kupplungsmotor gehenden Strom gesteuert wird.

2. Mehrscheibenkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Kupplungsmotor (65) aufweist:

(a) ein zylindrisches Statorjoch (83*A*),

(b) wenigstens einen radial magnetisierten Permanentstatormagneten (81), der fest mit einer inneren Umfangsfläche des zylindrischen Statorjochs verbunden ist,

(c) einen Rotor (91), der mit wenigstens einem radial verlaufenden Rotorarm (91*A*) versehen ist, der derart ausgelegt ist, daß er einer inneren Umfangsfläche des Permanentstatormagneten gegenüberliegt, und

(d) wenigstens eine Rotorspule (91*B*), die um den radial verlaufenden Arm des Rotors gewickelt ist.

3. Mehrscheibenkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Motor (56) aufweist:

(a) ein zylindrisches Statorjoch (83*A*),

(b) wenigstens einen radial verlaufenden Statorarm (191*A*), der fest mit einer inneren Umfangsfläche des zylindrischen Statorjochs verbunden ist,

(c) wenigstens eine Statorspule (191*B*), die um den radial verlaufenden Statorarm gewickelt ist, und

(d) wenigstens einen radial magnetisierten Permanentrotormagneten (181), der derart angeordnet ist, daß er einer inneren Umfangsfläche des Statorarms gegenüberliegt.

4. Mehrscheibenkupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehbewegungs-Umwandlungseinrichtung eine Kugelspindel (67) aufweist, die zwischen dem zylindrischen Kupplungsmotor (65) und der ersten und/oder zweiten Welle vorgesehen ist.

P 22 359

Nummer: 39 08 478
Int. Cl.[4]: F 16 D 13/52
Anmeldetag: 15. März 1989
Off nlegungstag: 5. Oktob r 1989

3908478

FIG.1

18

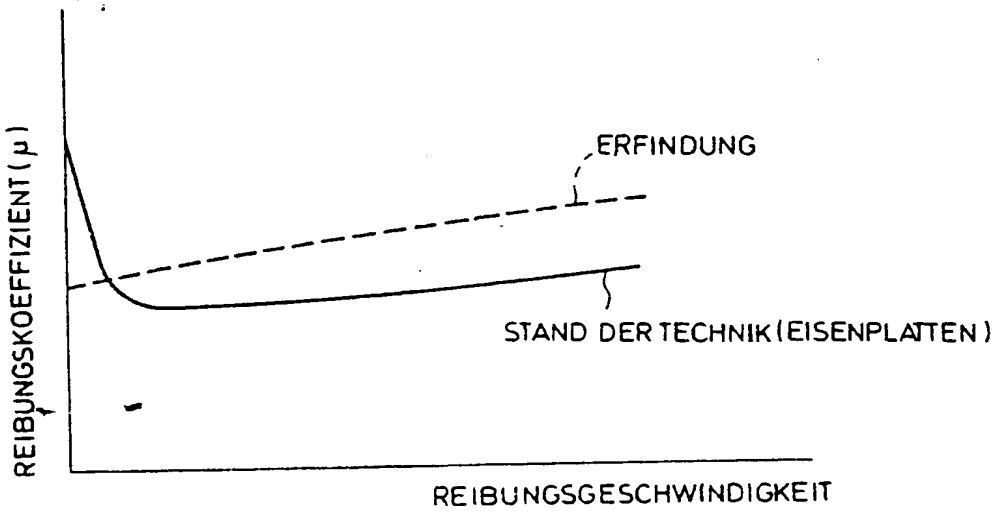
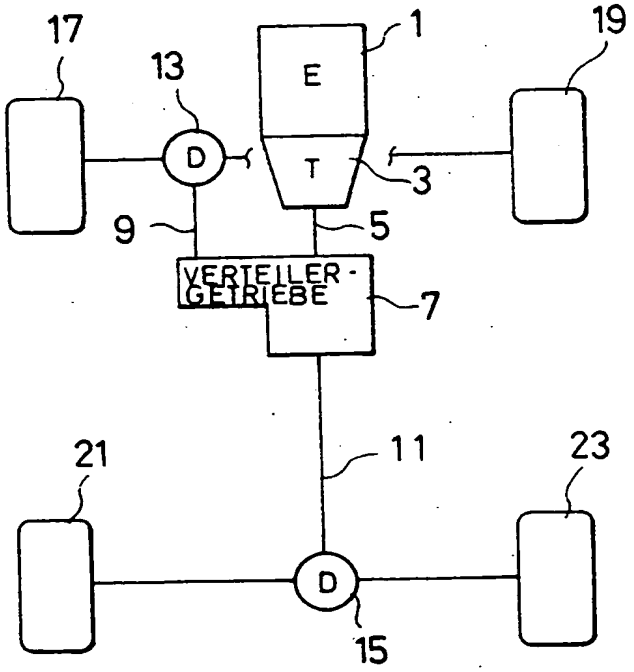
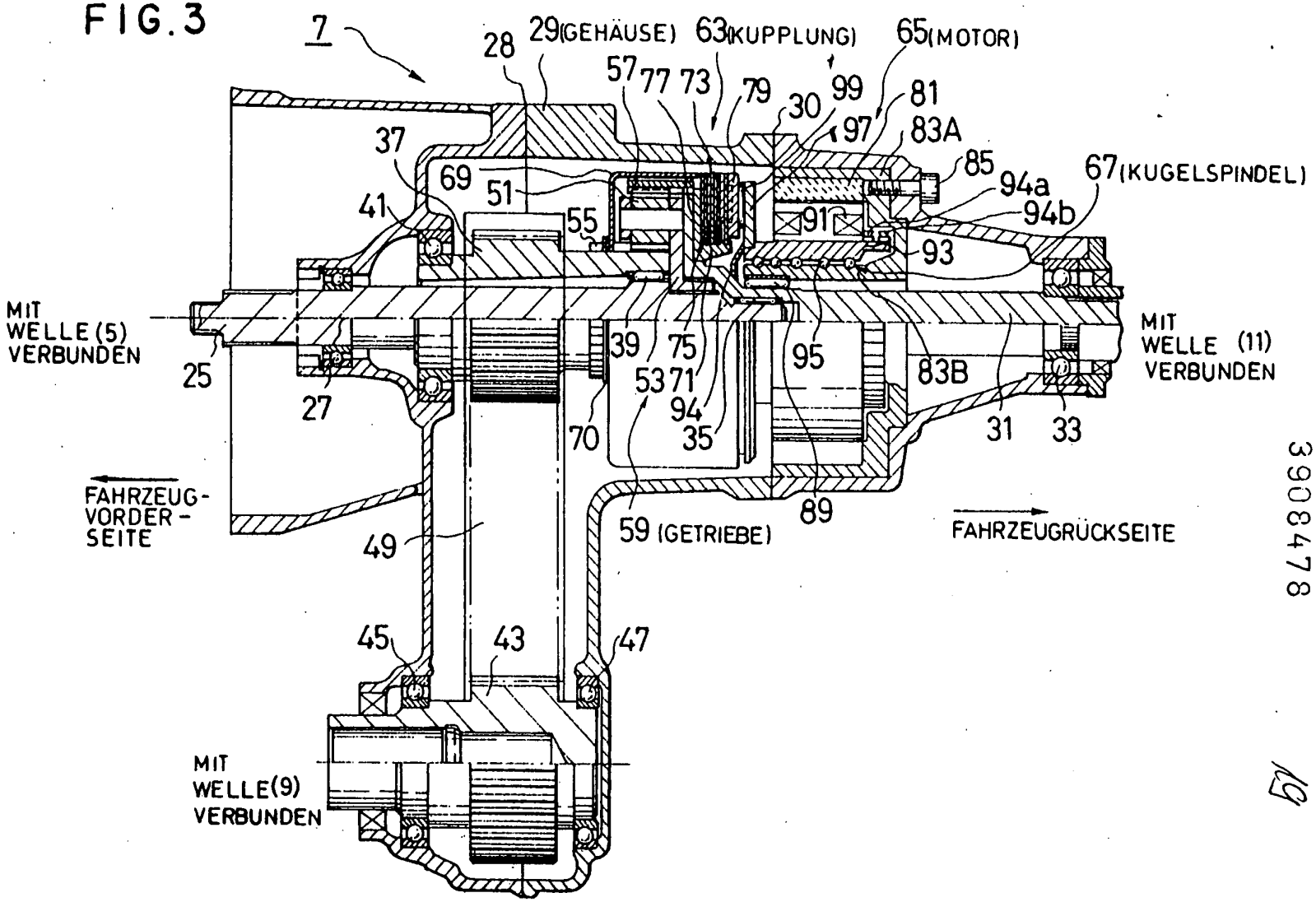


FIG.2



908 840/552

FIG.3



3908478

NACHGEREICHT

FIG.4

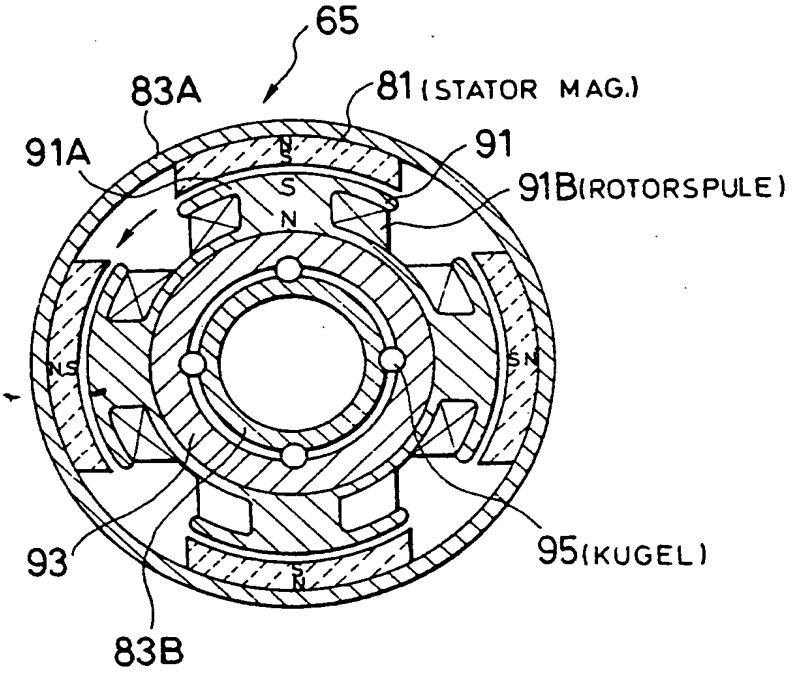

65
83A
81 (STATOR MAG.)
91A
91
91B (ROTORSPULE)
S
N
N
S
S
N
93
95 (KUGEL)
83B

FIG.5

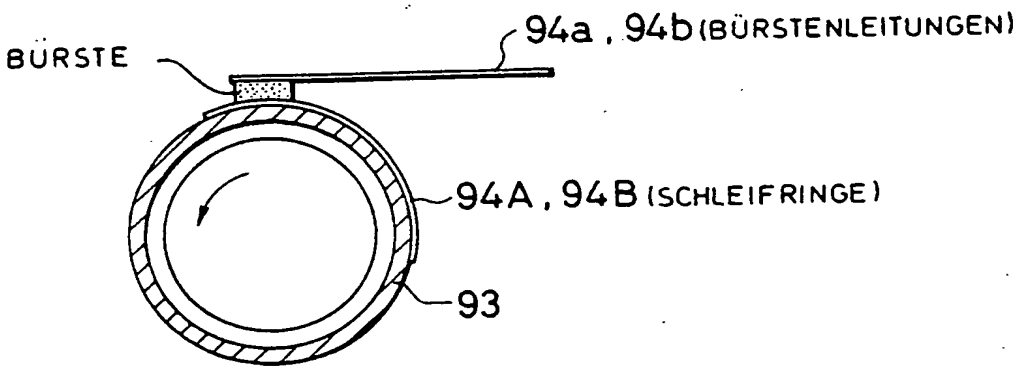

BÜRSTE
94a, 94b (BÜRSTENLEITUNGEN)
94A, 94B (SCHLEIFRINGE)
93

FIG.6

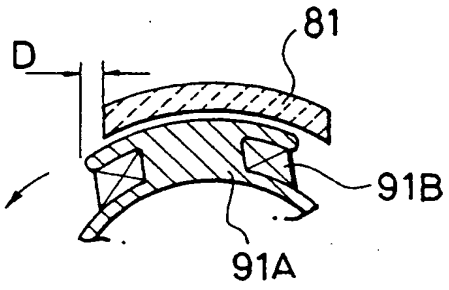


FIG.7

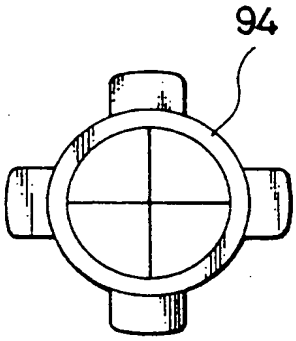


FIG.8

